

Parametrické struktury

Ing. arch. Miron Mutyaba
Školitel: prof. Ing. arch. Jiljí Šindlar, Csc.
Ústav navrhování VI, FA VUT Brno, 2010

Rozvoj výpočetních technik v posledních 20 letech zásadně změnil profesi architekta a přinesl nové možnosti. Parametrické navrhování se stává více než jen jedním z nástrojů při hledání formy. V současné architektonické praxi se proto stále častěji setkáváme i s nestandardní architekturou a parametrickými strukturami.

1. Úvod do parametrického navrhování

„Geometrie vždy hrála ústřední roli v architektonickém diskursu. V posledních letech byl význam geometrie zdůrazněn výrazným pokrokem počítačem řízeného navrhování (CAD), nástupem digitální výroby a technicko-analytických metod. Nové přístupy v navrhování jsou vyvíjeny tak, že hluboce změni současné přirozené a zavedené hierarchie architektonických praxí. Příchod parametrického digitálního modelování mění digitální znázorňování architektonického návrhu z explicitního geometrického záznamu k nástrojovým geometrickým vazbám.“ⁱ

Standardní 3D CAD model je definován fixně danými body, délkami či úhly. Parametrický návrh je typem digitálního zobrazení, který je primárně definován vazbami, podmínkami a proměnnými, zatímco konkrétní souřadnice bodů, délky úseček, či jejich úhly, jsou proměnnými těchto vazeb. Jejich vstupní data, jako např. rozměry či úhly, lze editovat, a automaticky tak generovat změnu v digitálním modelu. Výsledkem tak nemusí být jeden konkrétní návrh, ale celá škála příbuzných variant sdílejících stejné vlastnosti.

Velkým praktickým potenciálem parametrického navrhování je flexibilita a možnost implementace takřka neomezeného objemu vstupních dat, ovlivňujících návrh, které by člověk jinak v návrhu nedokázal zohlednit. Čím složitější návrh je, tím zřetelnější je i úspora času.

2. Historická cesta k parametrickému navrhování

Historie parametrického navrhování je silně spjata s technologickým pokrokem, přestože ve vývoji výpočetní techniky architektura nehrála vůdčí roli, ale pouze přejímala metody počítačového navrhování z jiných oblastí, jako leteckého a automobilového průmyslu, designu a počítačové grafiky. První počítače a CAD design, aplikovali průkopníci jako Foster & Partners již v polovině 80. let 20. století. Jednoznačný přínos v efektivitě rutinních prací, možnost více variant, minimalizace papírové dokumentace, ale i efektivnější řízení projektů přispěly k jejich masivnímu rozšíření v letech 90.

Vývoj soudobé architektury je též pevně spjat v vývojem software. Yehuda Kalay rozlišuje již tři generace software. „*První generace*: GLIDE, CAEADS, OXSYS, HARNESS, CEDAR, SSHA, URBAN5, *Druhá generace*: MacDraft, AutoCAD, PowerDraw, form-Z (auto-des-sys), *Druhá generace+*: 3D S Max (Autodesk), Maya (Alias), *Třetí generace*: KAAD, ICAAD, SEED, Cobalt (Ashlar-Vellum), GC (Bentley Systems), Revit (Autodesk), Delmia (Gehry Technologies) AutoSolids (ACIS)“ⁱⁱ

První generace, která již obsahovala nástroje „chytrého“ navrhování, avšak byla převálcována snadno aplikovatelnými rýsovacími nástroji druhé generace, jež přišla s nástupem finančně dostupného hardware v 90. letech, a změnila tak zásadně způsob práce týmu sdílejícího jedny zdrojové data. Do popředí se dostaly 2D a později též 3D nástroje CAD programů zvyšující efektivitu práce. Třetí generace přinesla nové nástroje „chytrého“ navrhování, aplikace inteligentního navrhování budov (BIM), či parametrické navrhování ve snadném uživatelském prostředí.ⁱⁱⁱ

Práce předních světových architektů se opírají o maximální využití jejich potenciálu. Mnohé z jejich realizací, byly průkopnickými nejen v oblasti soudobé architektury, ale též v aplikaci pokročilých metod navrhování, např. Tančící dům (Frank O. Gehry), Swiss Re Headquarters (Foster & Partners), projekty parametrického urbanismu (Zaha Hadid Architects)

Po téměř dvaceti letech, se počítače staly tak dominantním nástrojem že Stefan Hechenberger tvrdí: „Form follows computation“³ a Patrik Schumacher již mluví o parametrickém paradigmatu^{iv} a zcela novém stylu parametricismu.^v

3. Parametricismus

Vlna nových digitálních technik v architektuře po roce 2000 vedla ke snaze o její definování a pojmenování jako digitální, algoritmická, či generativní. Jedním z hlavních společných atributů soudobé avantgardní architektury se ukazuje parametrické navrhování.

V roce 2008 vystoupil Patrik Schumacher na Benátském bienále s Manifestem parametricismu, v němž definoval tento nový trend v současné avantgardní architektuře jako parametricismus, jako nový velký styl po modernismu.⁵ Ve své další stati z roku 2008 Parametricismus – Nový globální styl pro architektonické a urbanistické navrhování pak předkládá tvrzení, že parametricismus se již stal dominantním stylem pro dnešní avantgardní praxi,^{vi} že „má platnost ve všech měřítkách architektury, od designu až po urbanismus, a že v současné avantgardní architektuře bez zvládnutí těchto technik nelze konkurovat.“⁵

Primitivní aplikace parametrických metod, často pouze na fasádu budovy, bez hlubších závislostí, však ještě neznamená posun k novému stylu. Parametrické metody pro řízení komplexních návrhů využívají i dnešní představitelé pozdní Moderny, kteří však zůstávají poplatní modernistické estetice. Typickým příkladem je implementace Inteligentního navrhování budov (BIM). „BIM je procesem vytváření a správy dat stavebního modelu užívajícího 3D, real-time, dynamického projekčního softwaru ke zvýšení produktivity v návrhu a konstrukci.“^{vii}

„Prostředky nové architektury jsou nástroje počítačových animací, analytické a simulační nástroje, parametrický design a skriptování. Tyto nové možnosti dnes inspirují k novým výzvám platformu architektů i akademiků, která sdílí společné problémy a ambice. Tento trend je trvalý, kumulativní a vzestupný.“⁵

Parametrický design nabízí schopnosti řešit složité problémy a zohledňovat přitom řadu objektivních vlivů. Praktické využití nachází při navrhování volných forem.

4. Parametrické struktury

Parametrický design je ideální nástroj pro navrhování architektury volných forem. Komplexní povrch je možné zjednodušit a racionalizovat na tvar skládající se ze stejných či podobných rovinných útvarů. Nejčastějšími komponentami bývají trojúhelníky, čtyřúhelníky, šestiúhelníky, případně voronoi, prostorové např. membránové či jiné.

Rovinné komponenty se v architektuře uplatňují odnepaměti. Nejjednodušším příkladem je rozčlenění rovinné plochy na obdélníkové komponenty, např. strukturální zasklení. V takovém případě je ideálním řešením obdélník. V případě jednosměrně zakřivené rozvinutelné plochy lze opět užít planární čtyřúhelníkové fasety, např. Willis Faber & Dumas HQ (Foster & Partners). Dalším příkladem jsou prutové skořepiny.^{viii} U geodetických kupolí jsou jednotlivé komponenty identické, např. Eden Project (Grimshaw Architects). Nejedná se však o parametrický design.

Příklady budov navržených částečně parametricky jsou např. translační povrch Waterloo Station (Grimshaw Architects), rotační objekt Swiss Re HQ, (Foster & Partners). Obě stavby mají parametricky navržený průřez, Waterloo Station je však členěna na rovinné obdélníky, Swiss Re HQ na kosočtverce a trojúhelníky.

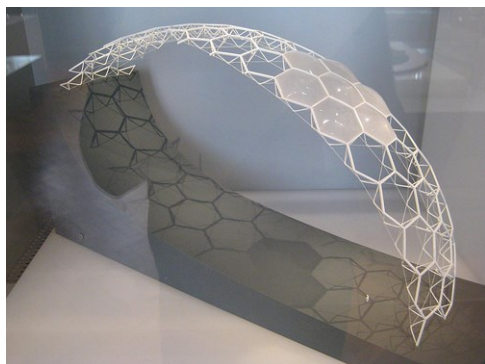
Prutové konstrukce volného tvaru již nejsou vázány na tvar kupole. Stále častěji se setkáváme s Non-uniform rational B-spline (NURBS) plochami. Mohou u nich ale nastávat problémy s nepravidelně rozloženými tahovými a tlakovými silami.^{ix} K jejich optimalizaci slouží digitální analytické metody. Příkladem parametricky navržených struktur z trojúhelníků je BMW Welt (Coop Himmelb(l)au) Příkladem z rovinných čtyřúhelníků je Smithsonian American Art Museum (Foster & Partners). Prostorovou parametricky navrženou strukturou je např. Urban Nebula (Zaha Hadid Architects).



[1] Foster & Partners: Faber Willis & Dumas



[2] Foster & Partners: Swiss Re HQ



[3] Grimshaw architects: Eden Project



[4] Foster & Partners: British Museum



[5] F&P: Smithsonian American Art M



[6] Foster & Partners: Library FU Berlin



[7] M.Fuksas: Nuovo Fiera di Milano



[8] AA, EmTech Group: Membrane canopy



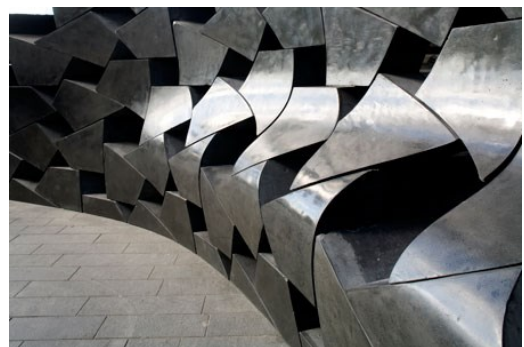
[9] A. Kudless: Honeycomb Morphologies



[10] D. Coll Capdevila: Strip Morphologies



[11] Miron Mutyaba: Giant Cactus



[12] Zaha Hadid Architects: Urban Nebula

5. Budoucnost parametrického navrhování

Vývoj umění i architektury byl vždy spjat s pokrokem ve vědě. Aplikace matematiky v renesanci byla bezesporu ovlivněna rozšířením arabských číslic v 13. století. Následný rozvoj matematiky a teoretických prací jako Liber Abacci, Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionalità, které se pak po následujících několika stoletích staly „výpočetními“ manuály řady umělců.^x Dnešní aplikace matematiky je zprostředkována počítači řešícími nejsložitější početní úlohy na binární úrovni. Důležitější nežli samotné početní znalosti matematiky či geometrie se stalo zvládnutí nástroje. Perspektivy se také již nerýsují, ale renderují.

Budoucnost architektury je spjata s budoucností výpočetních technologií. Předpovídá-li řada vědců Mooreovu^{xi} zákonu platnost ještě minimálně 10 až 15 let, dá se předpokládat i velký rozvoj výpočetních technik v architektonickém navrhování.

Průkopníkům z 80. let, jako jsou Foster & Partners, vděčíme za rozšíření CAD designu, který je dnes pro nás nedílnou součástí praxe. Mnozí z tehdejších průkopníků CAD designu jsou dnes průkopníky v parametrickém navrhování.

Řada předních světových společností se opírá o maximální využití digitálních technik. Uvědomují si nutnost držet krok s pokrokem ve výpočetních technikách a zakládají své vlastní samostatné skupiny věnující se výhradně výzkumu a aplikaci digitálních technik. Například Specialist Modelling Group (Foster and Partners), Computational Geometry Group (KPF), Advanced Geometry Unit (Arup), SMART Group (Buro Happold), CODE (Zaha Hadid Architects). To dokazuje, jaký význam do budoucna přikládají přední architektonické kanceláře pokročilému navrhování.

6. Závěr

Parametrická architektura je možná nový hlavní architektonický směr. Její možnosti jsou zatím na samém počátku. Je však více než pravděpodobné, že parametrické struktury nestandardní architektury se budou stávat stále běžnější v architektonickém tvarosloví soudobé architektury.

Ve své práci hodlám širší zkoumat morfologii, prostorové možnosti a využití parametrických struktur v architektuře a designu. Parametrické komponenty lze uplatnit od nosných konstrukcí, přes nenosné prvky, plášť až po design.

Jelikož se dá předpokládat další postupný rozvoj parametrických metod v architektonickém navrhování, moje práce by měla dát ucelený přehled o parametrických strukturách, shromáždit soudobé příklady a aplikace jak realizovaných, tak nerealizovaných projektů a nastínit jejich další možné použití.

Klíčová slova

Parametrické navrhování, parametrické struktury, parametricismus, Patrik Schumacher, parametrické komponenty

Bibliografie

- ⁱ MENGES Achim. Instrumental Geometry. *Architectural Design, Techniques and Technologies in Morphogenetic Design*, 2006, roč. LXXVI, sv. 2, s. 42-53.
- ⁱⁱ KLAY Yehuda. *Architecture's New Media*. Cambridge: MIT Press, 2004.
- ⁱⁱⁱ HECHENBERGER Stefan. Form Follows Computation, [cit. 2010-03-15] Dostupné z WWW: <<http://parama.sourceforge.net/research/FormFollowsComputation.html#architecturesnewmedia>>
- ^{iv} SCHUMACHER Patrik. Design Research within the Parametric Paradigm., [online]. London, 2008 [cit. 2010-03-15] Dostupné z WWW: <<http://www.patrikschumacher.com/Texts/DesignResearchwithintheParametricParadigm.html>>
- ^v SCHUMACHER Patrik. Parametricism as Style – Parametricist Manifesto. In *Dark Side Club1, 11th Architecture Biennale, Venice 2008*, [online]. London, 2008 [cit. 2010-03-15] Dostupné z WWW: <<http://www.patrikschumacher.com/Texts/ParametricismasStyle.html>>
- ^{vi} SCHUMACHER Patrik. Parametricism. A New Global Style for Architecture and Urban Design. In LEACH Neil (guest edit.). CASTLE Helen (edit.). *AD Architectural Design, Digital Cities*, 2009, roč. LXXIX, sv. 4.
- ^{vii} Wikipedia. *Building Information Modeling* [online] [cit. 2010-03-15] Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling>
- ^{viii} FLORIÁN Miloš. Konstrukce volného tvaru. *Era* 21., 2007, roč. VII, sv. 1, 66-69.
- ^{ix} FLORIÁN Miloš. Konstrukce volného tvaru, dokončení. *Era* 21, 2007, roč. VII, sv. 1, s 61-65.
- ^x LIVIO Mario. *Zlatý řez*, 1.vyd. Argo, Dokořán, 2006. 256 s. ISBN: 80-7203-808-7
- ^{xi} Wikipedia. *Moore's law* [online] [cit. 2010-03-15] Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law>

VYOBRAZENÍ

- [1] Foster & Partners: Faber Willis & Dumas, (1974)
- [2] Foster & Partners: Swiss Re HQ, (1997-2004)
- [3] Grimshaw architects: Eden Project, (2001)
- [4] Foster & Partners: British Museum, (2001)
- [5] Foster & Partners: Smithsonian American Art Museum, (2007)
- [6] Foster & Partners: Library FU Berlin Foster (2005)
- [7] Massimiliano Fuksas: Nuovo Fiera di Milano (2005)
- [8] AA, EmTech group: Membrane (2007)
- [9] Andrew Kudless: Honeycomb Morphologies (2004)
- [10] Daniel Coll Capdevila: Strip Morphologies (2004-2005)
- [11] Miron Mutyaba: Giant Cactus (2005-2006)
- [12] Zaha Hadid Architects: Urban Nebula (2007)